

TUGAS AKHIR - RM 184831

**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI VARIETAS PADI
DENGAN METODE PERAMALAN ARIMA DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NILAI INDEKS
VEGETASI
(Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)**

PANGESTU JUMIAGRA
NRP 03311440000003

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



TUGAS AKHIR - RM 184831

**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI VARIETAS PADI
DENGAN METODE PERAMALAN ARIMA DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NILAI INDEKS
VEGETASI
(Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)**

**PANGESTU JUMIAGRA
NRP 03311440000003**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM 184831

**ANALYSIS OF PADDY VARIETY PRODUCTION
ESTIMATION WITH ARIMA FORECASTING
METHOD AND ITS RELATIONSHIP WITH
VEGETATION INDEX VALUE
(Case Study : Bojonegoro Districts)**

PANGESTU JUMIAGRA
NRP 03311440000003

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISA ESTIMASI PRODUKSI VARIETAS PADI
DENGAN METODE PERAMALAN ARIMA DAN
HUBUNGANNYA DENGAN NILAI INDEKS VEGETASI
(Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)**

Nama Mahasiswa : Pangestu Jumiagra
NRP : 03311440000003
Departemen : Teknik Geomatika FTLSK – ITS
**Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS**

ABSTRAK

Padi merupakan tanaman penghasil beras yang produksinya harus dijaga agar tetap stabil. Salah satu cara untuk menjaga kestabilan produksi padi yaitu dengan cara mendistribusikan varietas benih padi yang unggul dan cocok di setiap wilayah. Untuk mengetahui sebaran varietas padi dalam cakupan wilayah yang luas dibutuhkan teknologi yang cepat, kontinu, dan akurat. Teknologi penginderaan jauh dapat menjadi solusi dan kemudahan dalam analisis spasial secara berulang, kontinu, serta meliputi wilayah yang relatif luas untuk pendeteksian varietas padi. Penelitian ini dilakukan untuk memetakan varietas padi dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel 2 yang diintegrasikan dengan metode peramalan ARIMA untuk menghitung produktivitas padi sehingga didapatkan nilai produksi varietas padi di wilayah kabupaten Bojonegoro.

Hasil menunjukkan bahwa pemetaan varietas padi dengan memanfaatkan nilai NDVI sulit dilakukan karena kecilnya perbedaan nilai NDVI yang dimiliki oleh varietas padi Inpari 32 dan Ciherang. Selain memanfaatkan nilai NDVI, dilakukan pemetaan varietas padi dengan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* dengan 8 kelas yang menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 55.84 % dan nilai Kappa sebesar 0.474695679. Hasil peramalan produktivitas padi dengan model

ARIMA (0,0,1) menghasilkan angka ramalan sebesar 61.6890 Kw/Ha. Hasil estimasi produksi tertinggi sebesar 883,224 ton untuk varietas Inpari 32 yang berumur 50 hari.

Kata Kunci: Varietas Padi, NDVI, ARIMA, Sentinel 2, Produktivitas Padi

**ANALYSIS OF PADDY VARIETY PRODUCTION
ESTIMATION WITH ARIMA FORECASTING METHOD
AND ITS RELATIONSHIP WITH VEGETATION INDEX
VALUE (Case Study : Bojonegoro Districts)**

Name : Pangestu Jumiagra
NRP : 03311440000003
Departement : Teknik Geomatika FTLSK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS

ABSTRACT

Paddy is a rice-producing plant whose production must be kept stable. One way to maintain paddy production stability is by distributing superior and suitable paddy seed varieties in each region. To find out the distribution of paddy varieties in a wide area technology is needed that is fast, continuous, and accurate. Remote sensing technology can be a solution and ease in repetitive, continuous, and wide area spatial analysis for the detection of paddy varieties. This research was conducted to map paddy varieties by utilizing Sentinel 2 satellite imagery integrated with the ARIMA forecasting method to calculate paddy productivity, so value of paddy varieties production in the Bojonegoro district can be calculated.

The results show that mapping of paddy varieties using the NDVI value is difficult because of the small differences in the value of NDVI owned by the Inpari 32 and Ciherang paddy varieties. In addition to utilizing the NDVI value, mapping of paddy varieties with the Maximum Likelihood supervised classification method with 8 classes resulted in an Overall Accuracy value of 55.84% and a Kappa value of 0.474695679. The results of forecasting rice productivity with the ARIMA model (0,0,1) obtained a forecast number of 61.6890 Kw / Ha. The highest

production estimation results were 883,224 tons for Inpari 32 varieties which were 50 days old.

Key words: Paddy Varieties, NDVI, ARIMA, Sentinel 2, Paddy Productivity

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa Estimasi Produksi Varietas Padi Dengan Metode
Peramalan Arima Dan Hubungannya Dengan Nilai Indeks
Vegetasi
(Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Departemen S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumihan
Institute Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
PANGESTU JUMIAGRA
NRP. 0331 1440000 003

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Prof. Dr. Ir. Bangun M S, DEA., DESS.
NIP. 19530527 198303 1 001

SURABAYA, JANUARI 2019



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisa Estimasi Produksi Varietas Padi Dengan Metode Peramalan Arima Dan Hubungannya Dengan Nilai Indeks Vegetasi (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)”** dengan baik.

Dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehingga dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi sehingga semua dapat berjalan dengan lancar
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran.
3. Bapak M. Nur Cahyadi, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika-ITS.
4. Warga dan perangkat desa Pilang, Prigi, Semambung dan Kanor yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan survei lapangan.
5. Teman – teman Teknik Geomatika ITS.

Demikian laporan Tugas akhir ini dibuat, penulis sadar bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dalam segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan kerja praktik ini bermanfaat bagi kita semua. Terimakasih.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Padi	5
2.2 Penginderaan Jauh.....	7
2.3 Citra Satelit Sentinel 2.....	8
2.4 Koreksi Radiometrik	10
2.5 <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	11
2.6 Klasifikasi Citra.....	12
2.7 <i>Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA)</i>	13
2.8 Analisa Regresi Nonlinier	17
2.9 Analisa Korelasi	18

2.10 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Lokasi Penelitian	21
3.2 Alat dan Data.....	22
3.3 Metodologi Penelitian	22
3.3.1 Tahapan Penelitian	22
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data	24
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....	29
4.1 Data Citra Satelit	29
4.2 Hasil Pemotongan Citra.....	30
4.3 <i>Normalized Difference Vegetation Index</i>	31
4.4 Hubungan Nilai NDVI Citra dan Varietas Padi	32
4.5 Klasifikasi Citra.....	34
4.6 Uji Akurasi	37
4.7 Peramalan Produktivitas Padi.....	38
4.8 Perhitungan Produksi Varietas Padi	43
4.9 Hubungan Nilai NDVI Citra dan NDVI Foto	44
BAB V PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Penginderaan Jauh (Sukojo 2012)	7
Gambar 2. 2 Satelit kembar Sentinel 2 (ESA ₁)	9
Gambar 3. 1 Peta RTRW Kabupaten Bojonegoro.....	21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	25
Gambar 4. 1 Citra Satelit Sentinel 2A level L2A	29
Gambar 4. 2 Hasil Pemotongan Citra Sentinel 2A.....	30
Gambar 4. 3 Citra Hasil Transformasi NDVI	31
Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Usia Padi Varietas Ciherang.....	32
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Usia Padi Varietas Inpari 32.....	33
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Varietas Padi ...	33
Gambar 4. 7 Citra Komposit 11,8,4	35
Gambar 4. 8 Sebaran Area Sampel Klasifikasi Terbimbing	36
Gambar 4. 9 Peta Sebaran Varietas Padi Hasil Klasifikasi Terbimbing	37
Gambar 4. 10 Time Series Plot Produktivitas Padi	39
Gambar 4. 11 Grafik Box-Cox Plot sebelum Transformasi	40
Gambar 4. 12 Grafik Box-Cox Plot setelah Transformasi	40
Gambar 4. 13 Plot PACF.....	41
Gambar 4. 14 Plot ACF.....	41
Gambar 4. 15 Uji Parameter Model Estimasi.....	42
Gambar 4. 16 Uji Parameter Model ARIMA(0,0,1)	42
Gambar 4. 17 Hubungan NDVI Foto dan NDVI Citra	45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Varietas Padi Unggul di Indonesia (Wahab dkk 2017)	5
Tabel 2. 2 Spesifikasi Kanal Citra Satelit Sentinel 2 (ESA)	9
Tabel 2. 3 Interval Korelasi (r) (Sugiyono 2008)	19
Tabel 4. 1 Matriks Kesalahan Klasifikasi citra	38
Tabel 4. 2 Hasil Peramalan Produktivitas Padi Tahun 2018	43
Tabel 4. 3 Luas Tanam Varietas Padi.....	43
Tabel 4. 4 Produksi Varietas Padi	44

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Metadata Citra Sentinel 2A Akuisisi Tanggal 1 Oktober 2018	53
Lampiran 2 Peta Sebaran Varietas Padi Hasil Survei Lapangan.	57
Lampiran 3 Dokumentasi Survei Lapangan	59

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan tanaman penghasil beras yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Indonesia sendiri merupakan negara terbesar ketiga yang memproduksi beras terbanyak di dunia. Meskipun begitu, Indonesia masih tetap perlu mengimpor beras hampir setiap tahun (walau biasanya hanya untuk menjaga tingkat cadangan beras). Situasi ini disebabkan karena para petani menggunakan teknik-teknik pertanian yang tidak optimal ditambah dengan konsumsi per kapita beras yang besar (oleh populasi yang besar). Konsumsi beras per kapita di Indonesia tercatat hampir 150 kilogram (beras, per orang, per tahun) pada tahun 2017. Hanya Myanmar, Vietnam, dan Bangladesh yang memiliki konsumsi beras per kapita yang lebih tinggi dibanding Indonesia. (Indonesia Investments 2017)

Kabupaten Bojonegoro merupakan penghasil padi andalan di Provinsi Jawa Timur, yang memiliki visi terwujudnya bojonegoro sebagai lumbung pangan nasional. Pada tahun 2016 Kabupaten Bojonegoro mampu memproduksi 1.050.000 ton padi yang membuatnya surplus 750.000 ton padi dari target produksi. (Astanti 2017). Melihat potensi tersebut, maka perlu adanya upaya untuk menjaga kestabilan produksi pertanian. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan mendistribusikan varietas padi secara tepat di setiap daerah, karena varietas padi yang ditanam di setiap daerah belum tentu sama (Dirjen TP Kementan dalam Nasrulhaq 2018).

Angka ramalan produksi padi sangat diperlukan untuk mendukung kebijakan pemerintah dalam penanganan isu pangan. Angka ramalan produksi padi telah dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dengan menggunakan teknik peramalan tidak langsung, yaitu peramalan produksi padi melalui peramalan luas panen dan produktivitas padi. Dari berbagai metode peramalan klasik maupun modern yang

berkembang dan masih digunakan untuk meramalkan suatu data deret waktu saat ini, salah satunya adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Namun kendala yang dihadapi saat ini adalah kesulitan dalam hal memantau sebaran varietas tanaman padi secara cepat, akurat dan kontinu. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi untuk mengetahui sebaran varietas padi yang dapat mencakup area yang luas, waktu yang cepat serta hasil yang cukup akurat.

Penginderaan jauh pada dasarnya adalah sebuah ilmu untuk memperoleh informasi tentang fenomena alam pada objek (permukaan bumi) yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan objek permukaan bumi namun melalui pengukuran pantulan (*reflection*) ataupun pancaran (*emission*) gelombang elektromagnetik (Suwargana 2013). Teknologi penginderaan jauh mampu memberikan solusi dan kemudahan dalam analisis spasial secara berulang, kontinu, serta meliputi wilayah yang relatif luas. Sehingga pendeteksian varietas padi dapat dilakukan dengan cepat . Deteksi vegetasi pada teknologi penginderaan jauh pada umumnya menggunakan parameter indeks vegetasi (Xian dkk 2009; Hansen dan Loveland 2012 dalam Wahyuni dkk 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi produktivitas varietas padi yang ditanam di Kabupaten Bojonegoro. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mengetahui sebaran varietas padi sehingga dapat meningkatkan efektifitas distribusi bibit padi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah dijabarkan, maka perumusan masalah yang akan dibahas adalah:

- a. Bagaimana nilai NDVI dari varietas padi yang digunakan di Kabupaten Bojonegoro?
- b. Bagaimana sebaran varietas padi di Kabupaten Bojonegoro?
- c. Berapa nilai estimasi produktivitas dan produksi dari varietas padi yang ditanam di Kabupaten Bojonegoro?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Varietas padi yang digunakan minimal terdiri dari 2 varietas berdasarkan hasil survei lapangan..
- b. Indeks Vegetasi yang digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).
- c. Data citra yang digunakan adalah citra satelit Sentinel 2A
- d. Metode peramalan yang digunakan menggunakan metode ARIMA.

1.4 Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka tujuan yang akan dicapai adalah:

- a. Mengetahui nilai NDVI varietas padi yang ditanam di Kabupaten Bojonegoro.
- b. Memetakan varietas padi yang ditanam di Kabupaten Bojonegoro.
- c. Mengetahui nilai estimasi produktivitas dan produksi dari varietas padi yang ditanam di Kabupaten Bojonegoro.

1.5 Manfaat

Dari peta sebaran varietas padi yang didapatkan, diharapkan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efektifitas distribusi bibit padi. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan ke dalam divisio spermatophyta, dengan sub divisio *Angiospermae*, termasuk ke dalam kelas *Monocotyledoneae*, ordo adalah *Poales*, famili adalah *Graminae*, genus adalah *Oryza Linn*, dan spesiesnya adalah *Oryza Sativa L*. Tanaman padi yang memiliki nama botani *Oryza Sativa* dapat dibedakan dalam dua tipe, yaitu padi kering yang tumbuh di lahan kering dan padi sawah yang memerlukan air menggenang dalam pertumbuhan dan perkembangannya (Hanum 2008)

Varietas padi unggul di Indonesia terdiri dari beragam jenis. Tujuan penggunaan varietas padi unggul adalah untuk mendapatkan hasil panen yang melimpah sesuai dengan harapan. Ketika ditanam tanaman padi bervariasi unggul dapat tumbuh dengan baik, tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Varietas padi diunggul di Indonesia diantaranya adalah sebagai berikut:

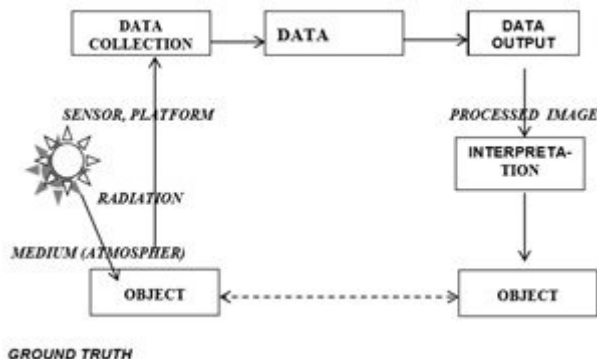
Tabel 2. 1 Varietas Padi Unggul di Indonesia (Wahab dkk 2017)

No	Jenis Benih	Rata-rata Hasil (ton/ha)	Umur Tanaman (hari)	Ketahanan hama dan penyakit
1	Ciherang	5-7	116-125	Tahan terhadap wereng batang coklat biotipe 2 dan 3 Tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III dan IV
2	Inpari 30	7,2	111	Agak rentan terhadap wereng batang coklat biotipe 1 dan 2. Rentan terhadap biotipe 3. Agak rentan terhadap hawar daun bakteri patotipe III. Rentan terhadap patotipe IV dan VIII.

No	Jenis Benih	Rata-rata Hasil (ton/ha)	Umur Tanaman (hari)	Ketahanan hama dan penyakit
3	Inpari 32	6,3	120	Agak rentan terhadap wereng batang cokelat biotipe 1, 2 dan 3 Tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III, agak tahan patotipe IV dan VIII. Tahan blas ras 033, agak tahan ras 073, rentan terhadap blas ras 133 dan 173 serta agak tahan tungro ras Lanrang
4	Inpari 42	7,11	112	Agak rentan terhadap wereng batang coklat biotipe 1, dan agak rentan terhadap biotipe 2 dan 3. Agak tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III, rentan strain IV, dan agak rentan strain VIII, tahan terhadap penyakit blas daun ras 073, agak tahan terhadap ras 033 dan rentan terhadap ras 133 dan 173.
5	Situ Bagendit	3-5	110-120	Agak tahan terhadap blas Agak tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III dan IV
6	Inpara 9	4,2	114	Agak rentan terhadap wereng coklat biotipe 1,2, dan 3 Tahan terhadap hawa daun bakteri patotipe III serta tahan terhadap tungro inokulum Garut dan Purwakarta

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dkk 2004). Sistem penginderaan jauh dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merekam objek di alam. Rekaman data oleh sensor dari objek di bumi berupa data numeris (*digit*) yang dinyatakan sebagai besarnya nilai pantul gelombang elektromagnetik (intensitas spektral), yang dipantulkan oleh objek dalam suatu ukuran tertentu (resolusi spasial). Nilai pantul tersebut besarnya secara visual dinyatakan dalam derajat keabuan (*grey scale*). Selain dari nilai intensitas spektral, pengenalan suatu objek juga ditentukan dari besarnya resolusi spasial. Sebagai contoh resolusi spasial 30 x 30 meter pada Landsat *Thematic Mapper* (TM), ini berarti bahwa objek di muka bumi yang berukuran 30 x 30 meter direkam sebagai satu titik data (*pixel = picture element*) (Sukojo 2012)



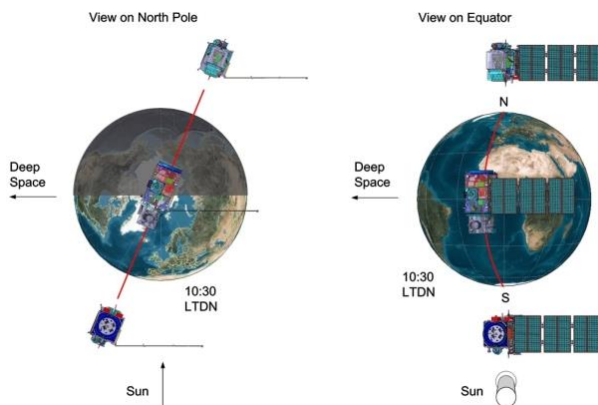
Gambar 2. 1 Sistem Penginderaan Jauh (Sukojo 2012)

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindra atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh,

umumnya dipasang pada wahana yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek yang diindera adalah objek yang terletak dipermukaan bumi, di atmosfer (dirgantara) dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi gelombang elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra, grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital (Purwadhi dan Hardiyati 2001).

2.3 Citra Satelit Sentinel 2

Sentinel 2 merupakan satelit buatan Eropa yang menghasilkan data multispektral, resolusi spasial yang tinggi, dan cakupan yang luas. Pengembangan satelit ini dipimpin oleh industri Astrium GmbH (Jerman) dan Astrium SAS (Prancis) yang bertanggung jawab atas Instrumen Multispektral (MSI). Sistem satelit ini memiliki dua satelit kembar yang terpisah sejauh 180^0 . Satelit ini memiliki ketinggian rata-rata 786 km dan bergerak melalui orbit yang tersinkronasi dengan matahari (ESA₂).



Gambar 2. 2 Satelit kembar Sentinel 2 (ESA₁)

Sensor satelit ini menghasilkan citra satelit yang memiliki 13 kanal spektral. Data yang dihasilkan terdiri dari 4 kanal dengan resolusi spasial 10m, 6 kanal dengan resolusi spasial 20m, dan 3 kanal dengan resolusi spasial 60m. Berikut spesifikasi data citra yang dihasilkan:

Tabel 2. 2 Spesifikasi Kanal Citra Satelit Sentinel 2 (ESA₁)

Kanal	<i>Central wavelength (nm)</i>		Resolusi Spasial (m)
	Sentinel 2A	Sentinel 2B	
1	442.7	442.2	60
2	492.4	492.1	10
3	559.8	559.0	10
4	664.6	664.9	10
5	704.1	703.8	20
6	740.5	739.1	20
7	782.8	779.7	20
8	832.8	832.9	10
8a	864.7	864.0	20
9	945.1	943.2	60
10	1373.5	1376.9	60
11	1613.7	1610.4	20
12	2202.4	2185.7	20

2.4 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan salah satu tahap awal sebelum melakukan pengolahan citra satelit (*pre-processing*). Koreksi radiometrik (Ekadinata 2008) merupakan proses untuk menghilangkan gangguan (*noise*) yang terjadi akibat pengaruh atmosferik maupun karena pengaruh sistematik perekaman citra. Kesalahan radiometrik merupakan kesalahan yang disebabkan oleh perekaman dari nilai pantulan sinar matahari akibat faktor atmosfer, kerusakan sensor, arah serta intensitas cahaya matahari, pengaruh topografi, dan sebagainya. Kesalahan radiometrik membuat nilai piksel yang ditampilkan oleh citra satelit bukanlah nilai murni pantulan yang sebenarnya, akan tetapi nilai pantulan yang dipengaruhi oleh kesalahan.

Koreksi radiometrik terdiri dari tahap kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik bertujuan mengubah nilai digital number pada citra menjadi radian maupun reflektan. Pada penelitian ini proses kalibrasi radiometrik tidak dilakukan, karena citra Sentinel 2 level 1C sudah terkalibrasi radiometrik menjadi reflektan *Top of Atmosfer* (TOA). Produk level 1C merupakan produk dengan level terendah yang dipublikasikan secara umum oleh *European Space Agency* (ESA₃).

Setelah proses kalibrasi radiometrik selesai, selanjutnya melakukan koreksi atmosfer pada citra. Koreksi atmosfer bertujuan untuk menghilangkan kesalahan akibat pengaruh atmosfer sehingga dihasilkan nilai reflektan *Bottom of Atmosfer* (BOA). Terdapat beberapa metode koreksi atmosfer yang dapat digunakan diantaranya metode 6SV, DOS, FLAASH, dan lain-lain. Koreksi atmosfer pada citra Sentinel 2A level 1C dilakukan menggunakan *plugin* Sen2Cor. Algoritma Sen2Cor adalah kombinasi antara teknik canggih untuk melakukan koreksi atmosfer pada citra Sentinel-2 dengan *scene classification module*. *Scene classification module*

memungkinkan deteksi awan, salju, dan bayangan awan (ESA_1).

2.5 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Vegetation Index (VI) atau Indeks Vegetasi merupakan sebuah alat ukur yang digunakan oleh para agronom dalam melakukan penelitian tentang biomassa dan vegetatif dengan menganalisa pada nilai kecerahan digital. Nilai kecerahan digital dipengaruhi oleh besarnya gelombang yang diterima oleh alat rekam digital. Gelombang yang dikeluarkan dari sinar matahari terdiri dari berbagai macam gelombang. Gelombang yang dipancarkan tersebut akan jatuh pada permukaan dari daun-daun tanaman, yang kemudian sebagian akan diserap sebagai bahan fotosintesis oleh klorofil, dan sebagian akan dipantulkan kembali. Gelombang pantulan inilah yang akan dianalisis untuk penelitian-penelitian para agronom.

Indeks vegetasi yang tersedia sangat beragam bergantung pada tujuan penelitian yang akan dilakukan. Salah satu Indeks Vegetasi yang sering digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Dalam perhitungannya NDVI menggunakan jumlah radiasi reflektan dari gelombang tampak dan *Near-Infrared* (Baroya 2015). NDVI dapat digunakan untuk mengukur kesehatan dan kerapatan vegetasi (Chen dan Brutsaert 1998). NDVI dapat digunakan sebagai indikator tingkat kehijauan daun. Nilai NDVI yang rendah berarti tingkat kehijauan tanamannya (aktivitas klorofil) juga rendah, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan bahwa tanaman tersebut semakin lebat/hijau (aktivitas klorofil) juga tinggi.

Secara matematis NDVI (Landgrebe 2003) dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

ρ_{NIR} = Reflektan BOA kanal *Near-Infrared*

ρ_{RED} = Reflektan BOA kanal *Red*

Nilai NDVI berkisar pada -1 hingga 1 dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Nilai 0 berarti tidak terdapat vegetasi pada lahan.
- b. Nilai mendekati +1 berarti memberikan indikasi kepadatan daun hijau yang tinggi.
- c. Nilai mendekati -1 memberikan indikasi tidak terdapatnya daun hijau.

2.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menghilangkan informasi rinci dari data input untuk menampilkan pola-pola penting atau distribusi spasial untuk mempermudah interpretasi dan analisis citra sehingga dari citra tersebut diperoleh informasi yang bermanfaat. Proses klasifikasi citra dilakukan dengan menetapkan metode klasifikasi *visual digitation on screen* berdasarkan citra komposit warna. Klasifikasi citra pada dasarnya bertujuan untuk melakukan pengelompokan data dari nilai-nilai piksel yang bervariasi sehingga dapat dijelaskan ke dalam beberapa klas yang memiliki karakteristik nilai spektral yang serupa.

Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan dua cara antara lain (Purwadhi dan Hardiyati 2001):

a. Klasifikasi Tak Terbimbing (*Unsupervised*)

Klasifikasi tak terbimbing merupakan suatu metode untuk interpretasi citra. Pada klasifikasi ini kita membentuk suatu *cluster* atau *natural grouping*. *Cluster* mengklasifikasikan piksel berdasarkan jarak spektral antar piksel. Apabila jarak tersebut kurang dari suatu konstanta yang diberikan, maka piksel tersebut digabungkan menjadi suatu *cluster*, tetapi sebaliknya apabila jarak spektral tersebut lebih besar maka

piksel yang pertama akan menjadi acuan untuk mengukur jarak spektral terhadap piksel berikutnya.

b. *Klasifikasi Terbimbing (Supervised)*

Klasifikasi terbimbing ialah suatu metode untuk interpretasi citra. Pada metode *supervised*, analisis terlebih dulu menetapkan beberapa *training area* (daerah sampel) pada citra sebagai kelas lahan tertentu. Penetapan ini berdasarkan pengetahuan analisis terhadap wilayah dalam citra mengenai daerah-daerah tutupan lahan. Nilai-nilai piksel dalam daerah contoh kemudian digunakan oleh komputer sebagai kunci untuk mengenali piksel lain. Daerah yang memiliki nilai-nilai piksel sejenis akan dimasukkan ke dalam kelas lahan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam metode ini, untuk mengidentifikasi dan mengetahui lokasi dari setiap tipe penutupan lahan bisa dari interpretasi yang didukung pengecekan lapangan, analisa foto udara atau citra resolusi spasial yang tinggi (seperti SPOT atau Quickbird). Untuk mengidentifikasi secara spesifik dari lokasi yang telah diketahui tipe penutupan lahannya dan akan ditetapkan sebagai *training area*. Parameter analisa statistik multivarian seperti rata-rata standar deviasi, dan matriks korelasi dihitung untuk setiap *training area*.

2.7 Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA)

Metode peramalan Time Series adalah metode peramalan yang menggunakan deret waktu (*time series*) sebagai dasar peramalan. Model ARIMA adalah model yang dapat menghasilkan ramalan akurat berdasarkan uraian pola data historis, yang merupakan jenis model linier yang mampu mewakili deret waktu yang stasioner dan non stasioner. Model ini juga tidak mengikutkan variabel bebas dalam pembentukannya. Metodologi Box-Jenkins mengacu pada himpunan prosedur untuk mengidentifikasikan, mencocokkan, dan memeriksa model ARIMA dengan data deret waktu. Peramalan mengikuti langsung dari bentuk model disesuaikan.

Sehingga dengan konsep inilah penggunaan ARIMA lebih tepat digunakan untuk data dalam penelitian ini dibandingkan dengan teknik peramalan lainnya (Hanke 2003).

Metode Box Jenkins secara umum dengan menggunakan backward shift operation dinotasikan sebagai berikut :

$$\text{ARIMA } (p,d,q) = (1-B)^d (1-\phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p) Y_t \\ = c + (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_q B^q) \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Dimana :

- p = orde/derajat *autoregressive* (AR)
- d = orde/derajat *differencing* (pembedaan)
- q = orde/derajat *moving average* (MA)
- ε_t = kesalahan ramalan periode ke- t
- c = konstanta
- BY_t = Y_{t-1}
- $B^2 Y_t$ = Y_{t-2}
- $B^p Y_t$ = Y_{t-p}
- $B^q \varepsilon_t$ = ε_{t-q}

a. Model *Autoregressive* (AR)

Model AR adalah persamaan dimana jika series stasioner adalah fungsi linier dari nilai-nilai lampaunya yang berurutan. Secara umum model ini dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} + e_t. \quad (2.3)$$

Dimana:

- Y_t = series yang stasioner
- $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}$ = nilai lampau series yang bersangkutan
- $b_0, b_1, b_2, \dots, b_p$ = konstanta dan koefisien model
- e_t = kesalahan peramalan yang dihasilkan proses random, diasumsikan mengikuti sebaran bebas dan normal dengan rata-

rata nol

Tingkat dari model (nilai p) ditunjukkan oleh banyaknya nilai lampau yang diikuti sertakan dalam model. Sebagai contoh, AR (1) merupakan model Autoregressive tingkat satu yang menggunakan satu nilai lampau terakhir dalam model.

b. Model *Moving Average* (MA)

Jika stasioner merupakan fungsi linier dari kesalahan peramalan sekarang dan masa lalu yang berurutan maka persamaan itu dinamakan *Moving Averagemodel* (MA). Bentuk umum model ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = a_0 + e_t - a_1 e_{t-1} - a_2 e_{t-2} - \dots - a_q e_{t-q} \quad (2.4)$$

Dimana:

Y_t = nilai series yang stasioner

e_t = kesalahan peramalan yang dihasilkan oleh proses random yang diasumsikan mengikuti sebaran bebas dan normal dengan rata-rata nol

$e_{t-1}, e_{t-2}, \dots, e_{t-q}$ = kesalahan peramalan masa lalu

$a_0, a_1, a_2, \dots, a_q$ = konstanta dan koefisien model, mengikuti konvensi diberikan tanda negatif

Tingkat model MA ini (nilai q) ditunjukkan dengan banyaknya kesalahan masa lampau yang digunakan dalam model. Jika dalam model digunakan dua kesalahan peramalan pada masa lampau maka dinamakan model moving average tingkat dua, ditulis MA (2).

c. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Model ARIMA adalah gabungan dari model AR dan model MA. Pada model ini series stasioner adalah fungsi dari lampaunya dan nilai sekarang serta kesalahan lampaunya. Bentuk umum model ini adalah :

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + \dots + b_p Y_{t-p} + e_t - a_1 e_{t-1} - \dots - a_q e_{t-q} \quad (2.5)$$

Secara umum notasi model ARIMA yang diperluas dengan memperhatikan unsur musiman adalah sebagai berikut:

$$\text{ARIMA}(p,d,q)(P,D,Q)^L \quad (2.6)$$

dimana L adalah banyaknya periode dalam setahun.

Tahapan dalam Metode Box-Jenkins (ARIMA) Hanke (2003) menjelaskan langkah-langkah model peramalan ARIMA adalah sebagai berikut :

a. Tahap 1: Identifikasi model

Setelah data distasionerkan, tahap penting berikutnya dari identifikasi adalah menentukan model ARIMA tentatif. Hal ini dilakukan dengan menganalisis perilaku pola dari ACF dan PACF.

b. Tahap 2: Estimasi model

Setelah model tentatif ditentukan, parameter model tersebut harus diestimasi. Selain itu, residual mean kuadrat galat yang merupakan estimasi varian galat t juga dihitung. Residual mean kuadrat galat didefinisikan sebagai:

$$S^2 = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-r} - \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n-r} \quad (2.7)$$

Dimana :

s^2 = *mean square error* (MSE)

e_t = $Y_t - \hat{Y}_t$ = Residual pada saat t

n = Jumlah residual

r = Jumlah total estimasi parameter

c. Tahap 3: Pemeriksaan model

Pemeriksaan model dilakukan dengan sistem trials and errors, dimana nilai MSE yang dihasilkan dari berbagai macam kombinasi model ARIMA dapat diperoleh, kemudian model ARIMA yang menghasilkan nilai MSE terkecil dipilih.

d. Tahap 4: Peramalan melalui model

i. Begitu didapat model yang memadai, ramalan satu atau beberapa periode depan dapat dikerjakan.

ii. Semakin banyak data tersedia, maka model ARIMA yang sama dapat digunakan untuk menghasilkan ramalan dari titik awal yang lain.

Jika karakter deret muncul berubah sejalan dengan waktu, data baru dapat digunakan untuk mengestimasi ulang parameter model atau jika perlu samasekali mengembangkan model baru.

2.8 Analisa Regresi Nonlinier

Analisa regresi merupakan metode dalam statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat (Hosmer and Lemeshow 2000). Berdasarkan pola hubungannya, analisis regresi terbagi atas analisis regresi linear dan analisis regresi non-linear. Menurut Hasan (1999) suatu model disebut model regresi nonlinear apabila variabel-variabelnya ada yang berpangkat. Contoh model regresi nonlinear dalam antara lain model parabola, kuadrat, hiperbola, dan lain-lain.

Menurut Montgomery dan Peck (1992) model regresi nonlinear dalam parameter adalah suatu model apabila dideferensialkan hasilnya masih merupakan fungsi dalam

parameter tersebut. Model regresi nonlinear dalam parameter menurut Montgomery dan Peck (1992) dapat dituliskan sebagai:

$$y_i = (x_i, \theta) + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.8)$$

Dimana :

y_i = variabel terikat ke- i

x_i = variabel bebas ke- i

θ = parameter yang tidak diketahui

ε_i = error, dimana $\varepsilon \sim (0, \sigma^2)$

2.9 Analisa Korelasi

Korelasi merupakan analisa statistic yang menyatakan derajat hubungan antara variabel *independent* dengan variabel *dependent* untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel. Besarnya nilai korelasi disebut koefisien korelasi yang dinyatakan dengan lambang r . Menurut Sugiyono (2008) koefisien korelasi (r) dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.9)$$

Dimana:

r = nilai koefisien korelasi

n = jumlah data

x = variabel bebas (*independent*)

y = variabel terikat (*dependent*)

Nilai r selalu terletak antara -1 hingga 1. Ketika nilai $r = +1$, berarti ada korelasi positif sempurna antara variabel x dan variabel y sebaliknya jika $r = -1$, berarti korelasi negatif sempurna antara variabel x dan variabel y , sedangkan $r = 0$, berarti tidak ada korelasi antara x dan y . Semakin mendekati 1

maka korelasi semakin kuat sedangkan semakin mendekati nol maka korelasi antara dua variabel semakin rendah. Kekuatan nilai korelasi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Interval Korelasi (r) (Sugiyono 2008)

Interval Koefisien Korelasi (r)	Tingkat Hubungan Korelasi
0,00-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,339	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,000	Sangat Kuat

2.10 Penelitian Terdahulu

Sari dan Sukojo (2015) pada penelitian yang berjudul Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh Dan Model Peramalan *Autoregressive Integrated Moving Average* (Arima) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro) berkesimpulan bahwa model terbaik untuk mengidentifikasi 9 fase tumbuh tanaman padi adalah algoritma MSAVI dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,879. Angka Ramalan (ARAM) produktivitas padi untuk subround III tahun 2013 adalah sebesar 66,21 kuintal per hektar dengan hasil estimasi tertinggi sebesar 169.595,385 ton untuk fase tillering (panen 15 minggu kedepan) dan sebesar 72.246,878 ton untuk fase seedling (panen 13-14 minggu kedepan). Peneliti menyarankan untuk menggunakan citra yang bebas dari tutupan awan dan data sampel diambil dalam rentang waktu 3 hari dari akuisisi data citra.

Rudiana (2017) melakukan penelitiannya yang berjudul Pengembangan Penggunaan Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Produksi Padi Wilayah (Studi Kasus Kabupaten Bekasi) berkesimpulan bahwa teknologi penginderaan jauh dapat

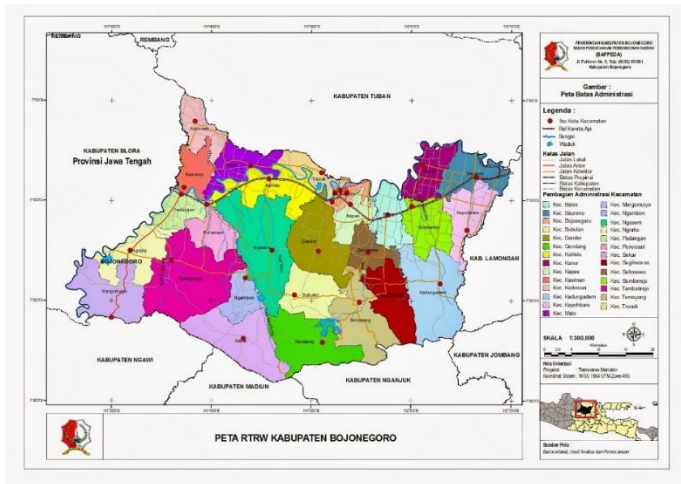
dijadikan sebagai metode alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan pemantauan pertumbuhan padi dan pendugaan luas panen padi, model persamaan regresi linier hubungan antara nilai EVI maksimum dengan produktivitas padi adalah: $\text{Produktivitas (ku/ha)} = 36.818 + 44.965 \text{ EVI maksimum}$ dengan nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,809.m, perkiraan produksi padi sawah di Kabupaten Bekasi berdasarkan hasil analisis citra satelit pada periode panen Juli-Okttober 2015 sebesar 75.16 ribu ton GKG. Peneliti menyarankan untuk menggunakan citra resolusi tinggi dan penggunaan sampel yang lebih luas untuk hasil yang lebih akurat.

Ashidqi (2017) pada penelitiannya yang berjudul Analisis Estimasi Produksi Lahan Pertanian Padi Di Kabupaten Brebes berkesimpulan bahwa luas lahan pertanian padi di Kabupaten Brebes yaitu 77.344,65 ha terdiri dari 69.252,11 ha kelas kesesuaian lahan sesuai dan 8.092,53 ha kelas kesesuaian lahan kurang sesuai dan total jumlah produksi tanaman padi yang diperoleh mencapai 669.586,939 ton per tahun dengan kelas produktivitas lahan pertanian padi sesuai 2-3 kali panen pertahun memiliki produksi terbanyak yaitu 524.811,979 ton atau lebih dari 78% total produksi padi di Kabupaten Brebes. Peneliti menyarankan untuk menggunakan citra resolusi tinggi untuk mendapatkan hasil luas wilayah pertanian yang lebih akurat.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Bojonegoro Provinsi Jawa Timur. Secara geografis Kabupaten Bojonegoro berada pada posisi 6° 59' LS - 7°37' LS dan 112° 9' BT - 112° 25' BT.



Gambar 3. 1 Peta RTRW Kabupaten Bojonegoro

Secara administratif Kabupaten Bojonegoro memiliki luas wilayah mencapai 230.706 Ha. Wilayah Kabupaten Bojonegoro secara administratif dibatasi oleh:

- Sebelah Utara : Kabupaten Tuban
- Sebelah Timur : Kabupaten Lamongan
- Sebelah Selatan : Kabupaten Madiun, Nganjuk dan Jombang
- Sebelah Barat : Kabupaten Ngawi dan Blora (Jawa Tengah)

Kondisi topografi Kabupaten Bojonegoro didominasi oleh tanah berbukit yang berada di sebelah selatan dan sebelah utara.

Tanah berbukit tersebut mengapit dataran rendah di sekitar sungai Bengawan Solo yang merupakan daerah pertanian yang subur.

3.2 Alat dan Data

Berikut adalah data dan peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

a. Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain :

1. Citra Satelit Sentinel 2A level 1C tanggal perekaman 1 Oktober 2018
2. Data produktivitas padi Bojonegoro tahun 2015-2017 dari Dinas Pertanian Kabupaten Bojonegoro
3. Data Vektor RBI skala 1:25.000 yang diunduh dari situs tanahair.indonesia.go.id
4. Data foto IR hasil survei lapangan
5. Data varietas padi hasil survei lapangan
6. Data produktivitas varietas padi hasil survei lapangan

b. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir antara lain sebagai berikut:

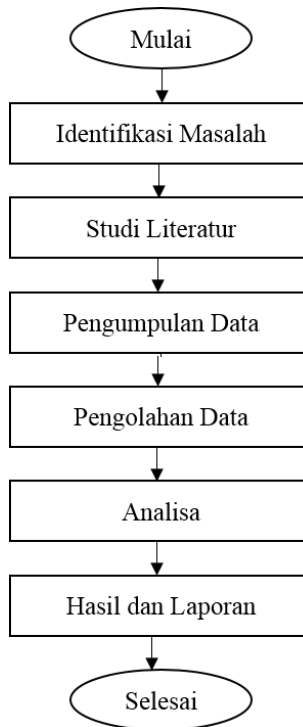
1. Perangkat Keras Laptop
2. Kamera Inframerah
3. Alat Tulis
4. Perangkat lunak pengolah citra satelit
5. Perangkat lunak pengolah data statistik
6. Perangkat lunak pengolah layouting

3.3 Metodologi Penelitian

Berikut adalah tahapan pekerjaan dalam penelitian tugas akhir sebagai berikut :

3.3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan pada penelitian tugas akhir ini ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penejelasan dari diagram alir sebagai berikut:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dari penelitian ini. Permasalahan yang ada adalah perlunya distribusi benih padi secara efektif untuk menjaga stabilitas produksi padi, sehingga perlu diadakannya pemetaan varietas padi.

b. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi mengenai hal-hal yang berhubungan dengan

penelitian diantaranya referensi varietas padi, metode peramalan ARIMA, pengolahan algoritma NDVI, dan lain-lain

c. Pengumpulplan Data

Melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, baik data primer maupun data sekunder. Data primer yang dibutuhkan diantaranya data varietas padi dan foto jarak dekat. Data sekunder yang dibutuhkan diantaranya citra satelit Sentinel 2, data vektor tutupan lahan, data produktivitas padi, dan lain-lain

d. Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data sekunder dan data primer yang telah didapatkan. Tahap pengolahan data dibahs lebih lanjut pada gambar 3.3

e. Analisa

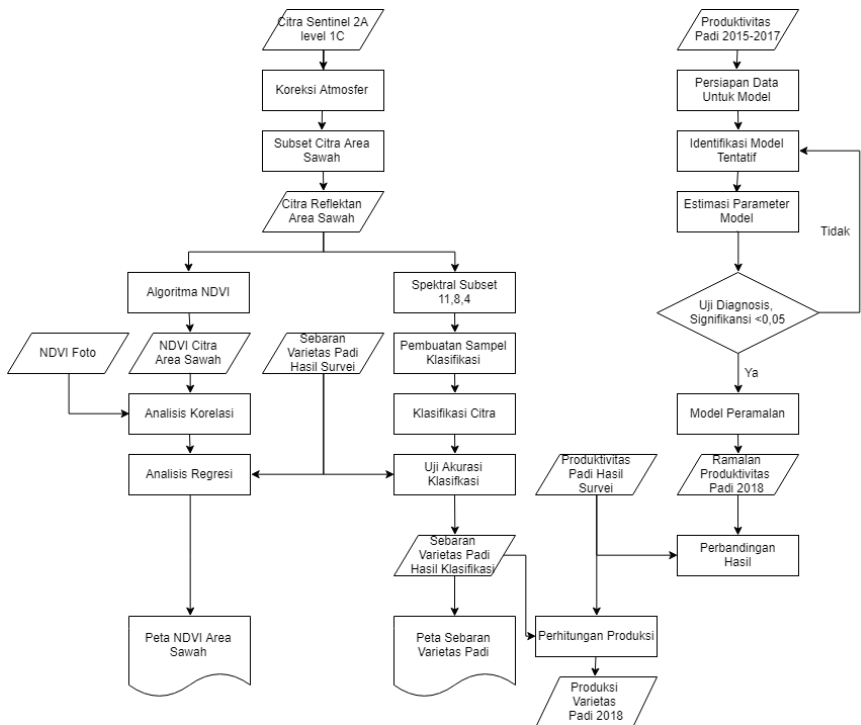
Dari pengolahan data yang telah dilakukan, dilakukan analisa untuk mendapatkan nilai korelasi nilai NDVI citra dan foto, serta nilai NDVI dan varietas padi.

f. Hasil dan Laporan

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan tugas akhir dan pembuatan peta sebaran varietas padi musim tanam September – Desember tahun 2018.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data akan dijelaskan secara rinci pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut penjelasan diagram alir pada gambar 3.3 :

a. Koreksi Atmosfer

Koreksi ini bertujuan mengubah nilai reflektan TOA menjadi nilai reflektan BOA. Koreksi atmosfer citra Sentinel 2 dilakukan dengan perangkat lunak SNAP dengan memanfaatkan fasilitas sen2cor.

b. Subset Citra Area Sawah

Pemotongan citra dilakukan dengan data vektor sawah dan data vektor batas desa wilayah sampel untuk mendapatkan citra area sawah wilayah sampel.

Wilayah sampel mencakup desa Pilang, Prigi, Kanor, dan Semambung.

c. Algoritma NDVI

Pada tahap ini dilakukan perhitungan algoritma NDVI dengan memanfaatkan nilai reflektan BOA kanal NIR dan kanal Merah. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan peta NDVI area sawah

d. Analisis Korelasi

Nilai NDVI citra yang telah dihitung akan dihubungkan dengan nilai NDVI foto jarak dekat dengan analisis korelasi untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi.

e. Analisis Regresi

Nilai NDVI citra yang telah dihitung akan dihubungkan dengan sebaran varietas padi hasil survei lapangan. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai NDVI dari varietas padi. Perbedaan nilai NDVI digunakan untuk mengetahui bisa tidaknya klasifikasi varietas padi dengan menggunakan nilai NDVI.

f. Spektral Subset

Spektral subset dilakukan untuk mendapatkan data *multiband* baru yang terdiri dari kanal-kanal yang akan digunakan untuk klasifikasi citra. Pada penelitian ini digunakan kanal 11, 8, dan 4.

g. Pembuatan Sampel Klasifikasi

Sebelum proses klasifikasi dilakukan, dibutuhkan beberapa *training sample* yang dijadikan dasar klasifikasi untuk setiap kelas yang akan digunakan. Dalam penelitian ini digunakan 8 kelas klasifikasi citra.

h. Klasifikasi Citra

Setelah *training sample* sudah dibuat, proses klasifikasi dapat dilakukan. Pada penelitian ini digunakan proses klasifikasi terbimbing *Maximum*

- Likelihood*. Proses ini akan menghasilkan peta sebaran varietas padi.
- i. Uji Akurasi Klasifikasi
 Hasil klasifikasi perlu dilakukan pengujian agar menghasilkan data yang dapat diterima dengan tingkat ketelitian (akurasi) tertentu. Suatu klasifikasi dapat dilihat tingkat akurasi (ketelitiannya) menggunakan matriks kesalahan (*confussion matrix*). Matriks ini dapat mempersentasekan ketelitian dari suatu kelas klasifikasi yang diperoleh dari perbandingan jumlah piksel yang benar (sesuai) dengan *training area* dan total jumlah piksel pada *training area* suatu kelas klasifikasi dalam bentuk matriks pada seluruh kelas yang ada. Uji ketelitian ini dapat mengitung nilai *Overall Accuracy* dan nilai Kappa.
 - j. Persiapan Data Untuk Model
 Data yang digunakan adalah data produktivitas padi tahun 2015-2017. Data yang ada distasionerkan agar dapat dilakukan identifikasi PACF dan ACF.
 - k. Identifikasi Model Tentatif
 Hal ini dilakukan dengan menganalisis perilaku pola dari ACF dan PACF. Dalam proses ini dipilih p yang merupakan orde/derajat *autoregressive* (AR), d merupakan orde/derajat *differencing* (pembedaan), dan q merupakan orde/derajat *moving average* (MA).
 - l. Estimasi Parameter Model
 Setelah model tentatif ditentukan, parameter model tersebut harus diestimasi. Selain itu, residual mean kuadrat galat yang merupakan estimasi varian galat t (waktu) juga dihitung.
 - m. Uji Diagnosis
 Uji diagnosis dilakukan dengan sistem *trials and errors*, dimana nilai MSE yang dihasilkan dari berbagai macam kombinasi model ARIMA dapat

diperoleh, kemudian model ARIMA yang menghasilkan nilai MSE terkecil dipilih, yang kemudian model ARIMA tersebut dapat digunakan hasil peramalannya untuk memprediksi produktivitas padi tahun 2018

n. Model Peramalan

Begitu didapat model yang memadai, ramalan satu atau bahkan beberapa periode depan dapat dikerjakan. Semakin banyak data tersedia, maka model ARIMA yang sama dapat digunakan untuk menghasilkan ramalan dari titik awal yang lain.

o. Perbandingan Hasil

Hasil peramalan dengan metode ARIMA dicocokkan dengan data produktivitas padi hasil survei lapangan

p. Perhitungan Produksi Varietas Padi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan produksi varietas padi berdasarkan kelas klasifikasi yang digunakan. Setiap kelas klasifikasi dihitung luas areanya berdasarkan peta sebaran varietas padi hasil klasifikasi citra. Selanjutnya luas area setiap kelas dikalikan dengan nilai produktivitas varietas padi sehingga dihasilkan nilai estimasi produksi varietas padi.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

4.1 Data Citra Satelit

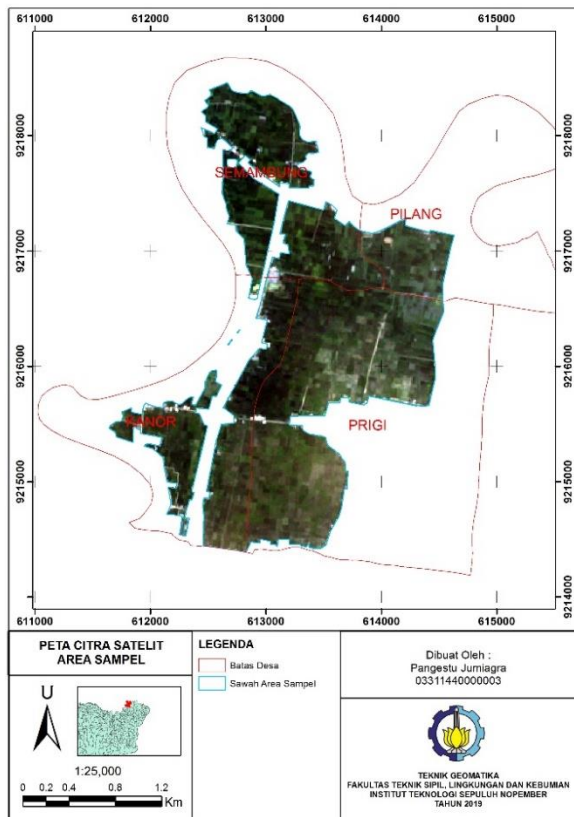
Data citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Sentinel 2A level L1C perekaman tanggal 1 Oktober 2018 dengan luas *cloud cover* sebesar 6,5855%. Selanjutnya citra tersebut dikoreksi radiometrik dengan memanfaatkan perangkat lunak SNAP sehingga dihasilkan citra Sentinel 2A level L2A yang telah memiliki nilai reflektan *bottom of atmosfer* (BOA). Berikut data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 4. 1 Citra Satelit Sentinel 2A level L2A

4.2 Hasil Pemotongan Citra

Pemotongan Citra Satelit dilakukan untuk memfokuskan pada wilayah pengambilan data sampel. Pada penelitian ini citra satelit yang telah dikoreksi radiometrik menjadi reflektan BOA dipotong oleh data vektor sawah dan batas desa untuk menghasilkan citra satelit area sampel. Berikut data citra satelit yang telah dipotong oleh data vektor :

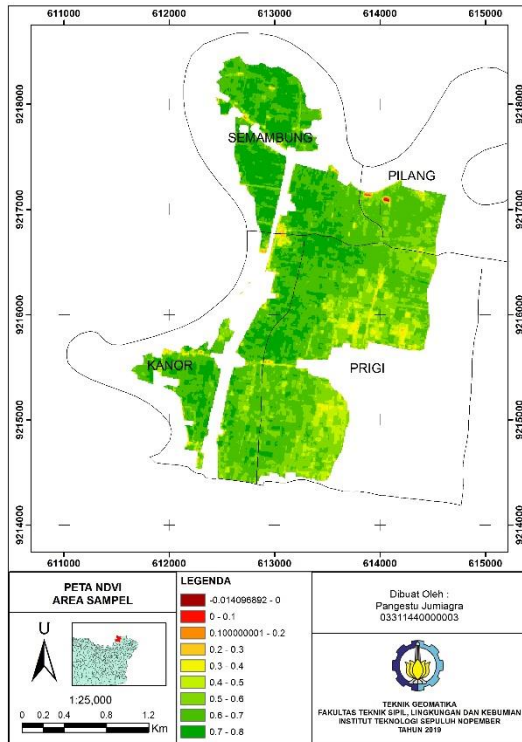


Gambar 4. 2 Hasil Pemotongan Citra Sentinel 2A

Citra satelit yang dihasilkan mencakup 4 buah desa di kecamatan Kanor, kabupaten Bojonegoro. Keempat desa tersebut adalah desa Pilang, Semambung, Prigi, dan Kanor.

4.3 Normalized Difference Vegetation Index

Citra satelit yang telah dipotong ditransformasi menjadi nilai NDVI dengan memanfaatkan kanal NIR dan merah. Transformasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai NDVI varietas padi yang nantinya diharapkan mampu untuk digunakan untuk membedakan varietas padi di wilayah studi. Berikut data citra hasil transformasi NDVI :



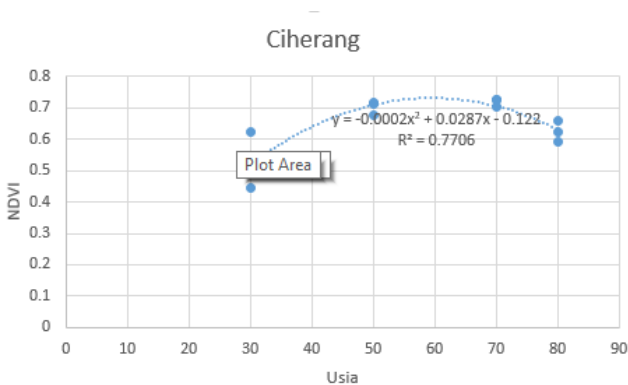
Gambar 4. 3 Citra Hasil Transformasi NDVI

Citra hasil transformasi memiliki nilai piksel maksimum 0.7958, nilai piksel minimum -0.0141 dengan nilai standar deviasi 0.0901.

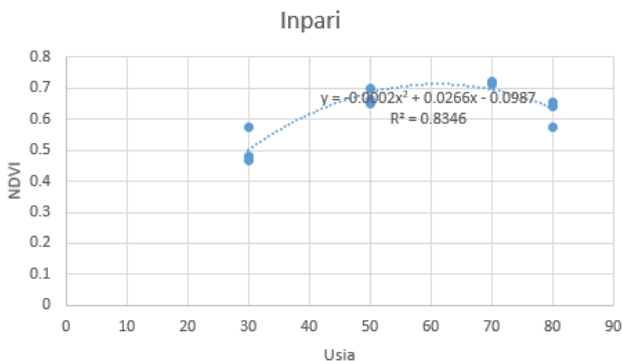
4.4 Hubungan Nilai NDVI Citra dan Varietas Padi

Dari survei lapangan yang dilakukan, diketahui bahwa terdapat 2 varietas padi yang banyak ditanam di area sampel yaitu varietas Inpari 32 dan Ciherang. Selain data varietas padi diketahui bahwa usia padi di area sampel memiliki perbedaan. Dari survei tersebut didapatkan 4 kelas usia padi yaitu usia 30 hari, 50 hari, 70 hari, dan 80 hari.

Nilai NDVI citra yang telah didapatkan dihubungkan dengan 4 kelas usia padi untuk masing-masing varietas. Analisis hubungan yang digunakan adalah analisis regresi nonlinier, karena grafik hubungan nilai NDVI dan usia padi berbentuk parabolik (Wahyunto dkk 2006). Hal tersebut disebabkan oleh karakter tumbuh tanaman padi yang mengalami perubahan warna pada daun ketika proses pematangan biji padi. Berikut grafik hubungan Nilai NDVI dan Varietas Padi :

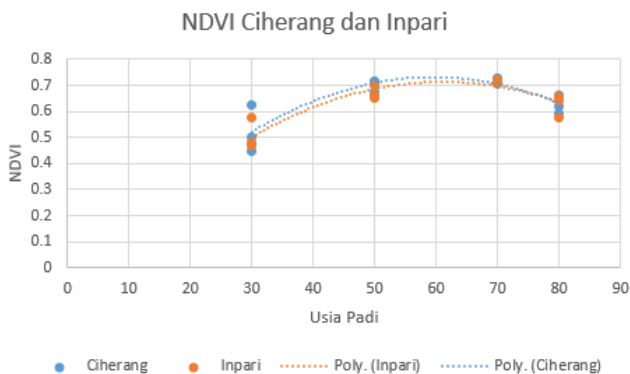


Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Usia Padi Varietas Ciherang



Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Usia Padi Varietas Inpari 32

Dari gambar grafik dapat diketahui hubungan antara nilai NDVI dan usia padi varietas Ciherang memiliki nilai $R^2 = 0,7706$ sedangkan untuk varietas Inpari 32 memiliki nilai $R^2 = 0,8364$. Besarannya nilai R^2 menunjukkan usia padi berpengaruh besar terhadap nilai NDVI. Selanjutnya kedua grafik tersebut akan disatukan untuk mengetahui bagaimana nilai NDVI antara varietas padi Ciherang dan Inpari 32. Berikut grafik yang dihasilkan dari penggabungan kedua grafik diatas :



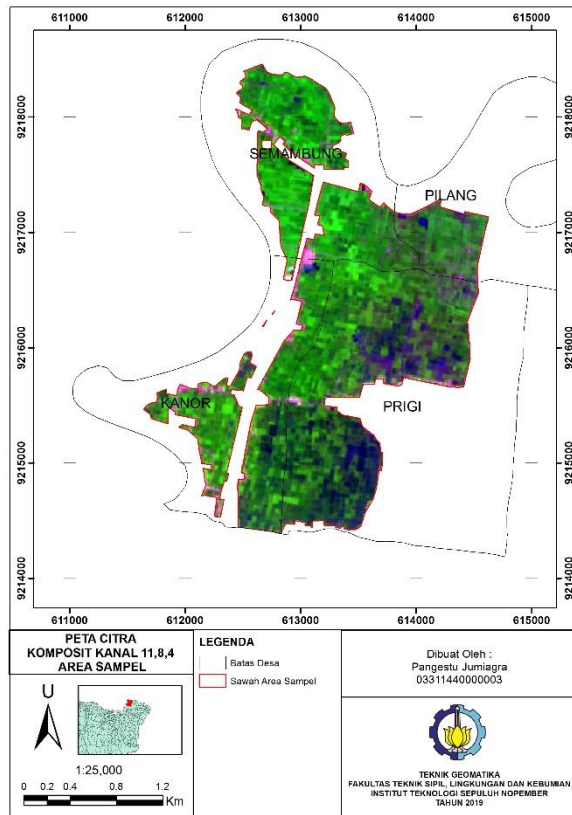
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Nilai NDVI dan Varietas Padi

Dari grafik hubungan nilai NDVI dan varietas padi dapat diketahui bahwa pada usia padi 30 hari sampai 70 hari gambar grafik hampir berhimpit, sedangkan pada usia padi 70 sampai 80 hari gambar grafik sudah saling berhimpit. Hal ini menunjukkan nilai NDVI antara kedua varietas memiliki perbedaan yang kecil.

Kecilnya perbedaan nilai NDVI antara kedua varietas padi membuat peneliti berpendapat bahwa klasifikasi padi dengan memanfaatkan nilai NDVI pada citra satelit Sentinel 2A sulit dilakukan. Menurut peneliti kesulitan yang akan ditemui ialah dalam identifikasi varietas padi untuk suatu nilai NDVI. Dari grafik pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa nilai NDVI 0,6 dapat menunjukkan varietas padi Ciherang yang berusia sekitar 36 hari atau varietas padi Inpari 32 yang berusia sekitar 38 hari. Bahkan pada usia 70 hari kedua varietas padi memiliki nilai NDVI yang relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi nilai NDVI padi adalah usia padi, meskipun masih terdapat beberapa faktor lain seperti pengaruh penyakit atau hama serta tingkat kesuburan tanaman padi.

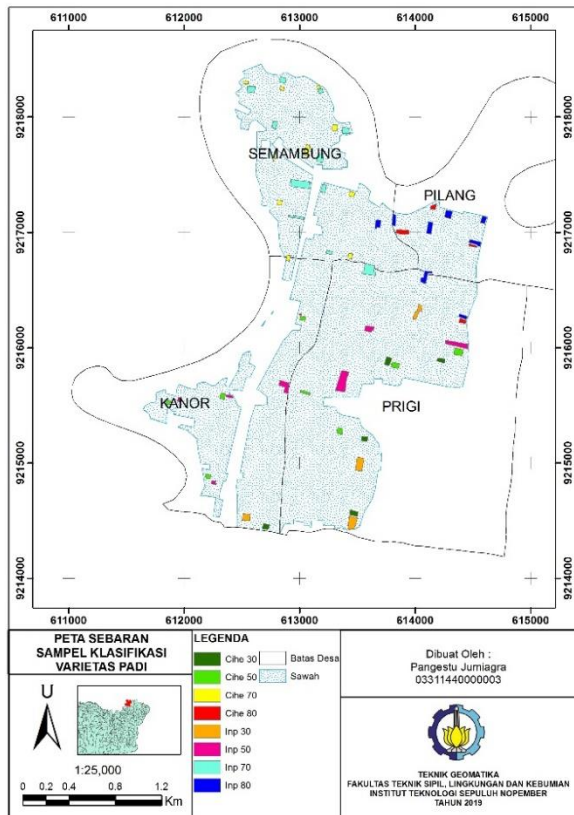
4.5 Klasifikasi Citra

Karena klasifikasi varietas padi dengan memanfaatkan nilai NDVI sulit dilakukan, peneliti mencoba untuk menggunakan klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* dengan memanfaatkan kanal 11,8,dan 4. Kombinasi kanal ini dipilih karena kombinasi kanal SWIR1, NIR, dan *Red* baik dalam analisis vegetasi (Butler 2013). Klasifikasi ini hanya dilakukan pada wilayah empat desa yang merupakan wilayah pengambilan data sampel.



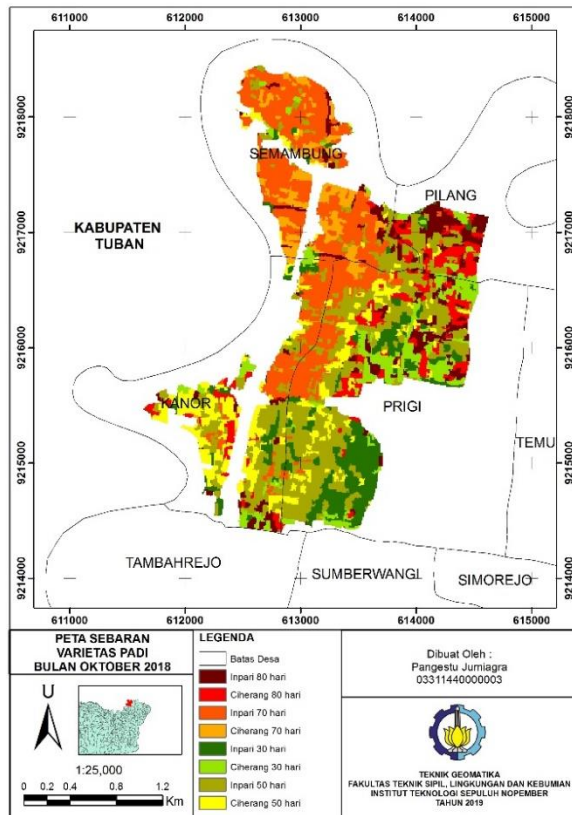
Gambar 4. 7 Citra Komposit 11,8,4

Dalam melakukan klasifikasi terbimbing dibutuhkan area sampel yang menjadi dasar klasifikasi. Pada klasifikasi kali ini dibuat delapan kelas klasifikasi yang didasarkan dari dua varietas padi dan empat usia padi. Sebaran sampel klasifikasi didasarkan dari hasil survei lapangan. Sebaran area sampel klasifikasi dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Sebaran Area Sampel Klasifikasi Terbimbing

Setelah area sampel telah dibuat, proses klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* dapat dilakukan. Peta sebaran varietas padi hasil klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Peta Sebaran Varietas Padi Hasil Klasifikasi Terbimbing

4.6 Uji Akurasi

Untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil klasifikasi maka harus dilakukan uji akurasi. Uji ketelitian klasifikasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya menggunakan tabel matrik kesalahan (*confusions matrix*). Matriks ini membandingkan titik sampel varietas padi yang didapat dari survei lapangan dengan citra yang sudah terklasifikasi. Pada

penelitian ini digunakan 231 titik untuk melakukan uji klasifikasi citra.

Berikut matriks kesalahan yang dihasilkan setelah mencocokkan data varietas hasil survei dan hasil klasifikasi citra:

Tabel 4. 1 Matriks Kesalahan Klasifikasi citra

Kelas	Inp 80	Cihe 80	Inp 70	Cihe 70	Inp 50	Cihe 50	Inp 30	Cihe 30
Inp 80	18	2	0	0	7	1	0	0
Cihe 80	4	3	0	0	1	0	0	0
Inp 70	4	0	52	12	3	0	0	0
Cihe 70	3	1	7	12	1	1	0	0
Inp 50	4	2	0	0	9	9	0	0
Cihe 50	1	1	1	0	6	11	0	0
Inp 30	1	0	0	0	1	1	20	15
Cihe 30	4	2	0	0	1	0	6	4

Dari matriks kesalahan diatas dihitung nilai *Overral Accuracy* dan nilai Kappa. Nilai *Overral Accuracy* yang didapatkan sebesar 55.84 % sedangkan nilai Kappa sebesar 0.474695679. Nilai kappa yang didapatkan menunjukkan kekuatan klasifikasi yang dihasilkan bernilai cukup (Jaya 2010). Rendahnya nilai akurasi menunjukkan bahwa klasifikasi varietas padi dengan metode klasifikasi terbimbing juga sulit untuk dilakukan sebagaimana klasifikasi dengan memanfaatkan nilai NDVI.

4.7 Peramalan Produktivitas Padi

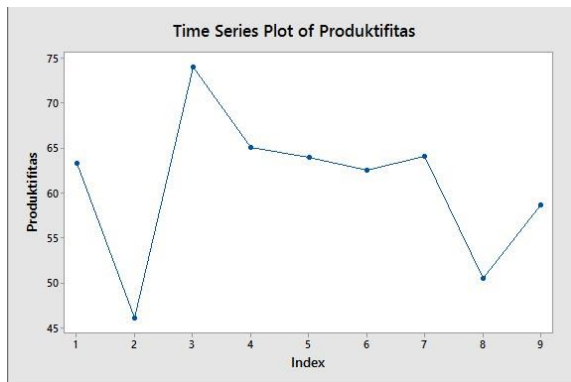
Pada penelitian ini dilakukan peramalan produktivitas padi menggunakan metode *Autoregresif Integrated Moving Average*

(ARIMA). Untuk melakukan peramalan ini digunakan data produktivitas padi kabupaten Bojonegoro tahun 2015-2017, karena data produktivitas varietas padi tidak bisa didapatkan. Model ini dipilih karena dapat menghasilkan ramalan akurat berdasarkan uraian pola data historis.

Terdapat 4 tahapan dalam melakukan peramalan ARIMA, diantaranya sebagai berikut :

A. Identifikasi Model

Dari data produktivitas padi diplot pada *Time series plot* untuk melihat data memiliki fungsi musiman atau tidak. Berikut hasil *Time series plot* Produktivitas Padi:

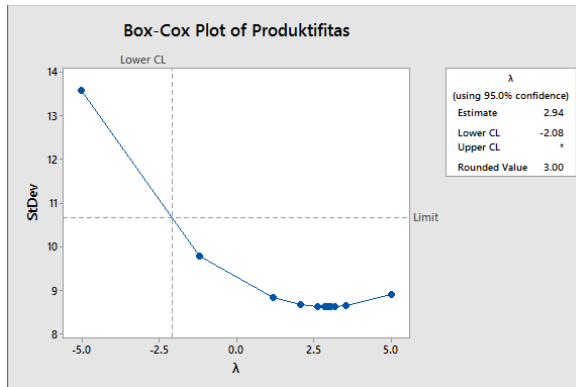


Gambar 4. 10 Time Series Plot Produktivitas Padi

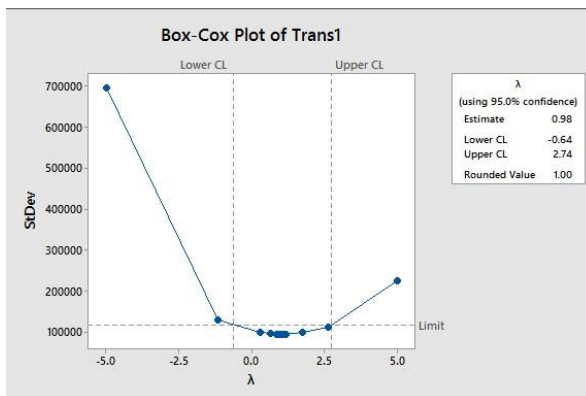
Dari gambar 4.10 dapat diketahui bahwa data produktivitas padi memiliki fungsi musiman karena terdapat perubahan arah grafik yang serupa untuk setiap tiga musim tanam kecuali pada data produktivitas padi 2016 yang memiliki bentuk grafik yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan proses plot data pada Box-Cox untuk mengetahui data sudah stationer atau belum. Data produktivitas padi yang digunakan memenuhi syarat stationer setelah dilakukan proses transformasi sebanyak satu kali. Data sudah stationer ketika nilai *Rounded Value*

$(\lambda) = 1$. Perbedaan nilai lambda sebelum dan sesudah transformasi dapat dilihat pada gambar 4.11 dan gambar 4.12.

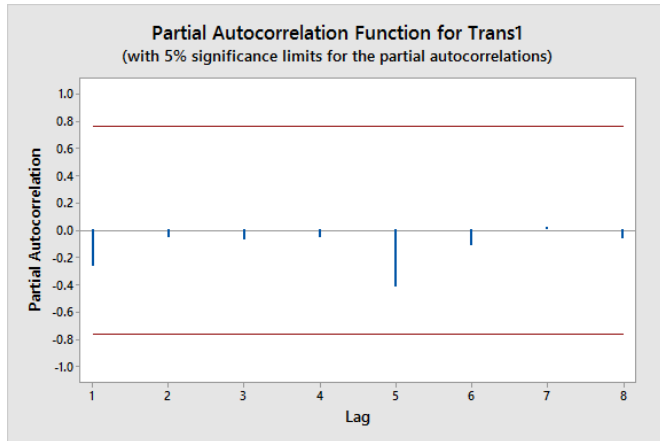


Gambar 4. 11 Grafik Box-Cox Plot sebelum Transformasi

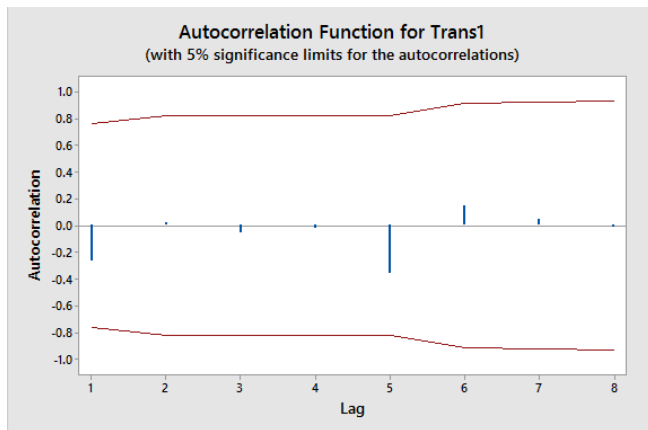


Gambar 4. 12 Grafik Box-Cox Plot setelah Transformasi

Setelah data stationer maka dilakukan penentuan model ARIMA tentatif dengan mengamati perilaku pola PACF dan ACF. Plot PACF dan ACF dapat dilihat pada gambar 4.13 dan gambar 4.14.



Gambar 4. 13 Plot PACF



Gambar 4. 14 Plot ACF

Dari pola PACF dan ACF didapatkan 6 model tentatif, yaitu : ARIMA (1,0,1); ARIMA (1,0,0); ARIMA (0,0,1); ARIMA (1,0,1)³; ARIMA (1,0,0)³; ARIMA (0,0,1)³.

B. Estimasi Model

Dari 6 model tentatif yang didapatkan dilakukan proses estimasi model untuk mendapatkan nilai *P-value* yang kurang dari nilai taraf signifikan 0,05. Nilai *P-value* dapat dilihat dari gambar 4.15.

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	-0.0815	0.6368	-0.13	0.904
SAR	3	-0.7873	0.5545	-1.42	0.229
MA	1	1.0658	0.0306	34.78	0.000
SMA	3	-0.1503	1.0690	-0.14	0.895
Constant		119.666	0.005	23674.96	0.000
Mean		61.9076	0.0026		

Gambar 4. 15 Uji Parameter Model Estimasi

Dari gambar 4.16 dapat diketahui model ARIMA(0,0,1) adalah satu-satunya model yang memiliki nilai *P-value* kurang dari 0,05, sehingga model yang akan digunakan adalah model ARIMA(0,0,1).

Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
MA	1	0.9228	0.3364	2.74	0.029
Constant		61.6890	0.5848	105.48	0.000
Mean		61.6890	0.5848		

Gambar 4. 16 Uji Parameter Model ARIMA(0,0,1)

C. Peramalan ARIMA

Dari model ARIMA yang didapatkan dilakukan peramalan produktivitas padi untuk 3 musim tanam pada tahun 2018. Hasil peramalan produktivitas padi musim tanam September – Desember tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Peramalan Produktivitas Padi Tahun 2018

Ramalan (kw/Ha)	Batas Bawah (kw/Ha)	Batas Atas (kw/Ha)
61,6890	41,9149	81,4632

Nilai ramalan produktivitas padi yang dihasilkan divalidasi oleh data produktivitas padi hasil survei lapangan. Dari survei lapangan didapatkan nilai produktivitas varietas padi Inpari 32 dan Ciherang. Produktivitas varietas Inpari 32 memiliki nilai 69,6 Kw/Ha sedangkan varietas Ciherang memiliki nilai 69,58Kw/Ha. Meskipun nilai produktivitas padi hasil survei lapangan lebih tinggi dari angka ramalan, nilai produktivitas padi hasil survei masih berada di rentang batas atas (81,4632 kw/Ha) dan batas bawah (41,9149 kw/Ha) angka ramalan.

4.8 Perhitungan Produksi Varietas Padi

Perhitungan produksi varietas padi dilakukan dengan mengalikan nilai produktivitas varietas padi dan luas tanam varietas padi. Dari peta varietas padi didapatkan luasan lahan untuk setiap kelas klasifikasi. Luas lahan kelas dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Luas Tanam Varietas Padi

No	Kelas	Luasan (m ²)
1	Inpari 80 hari	392.500
2	Inpari 70 hari	1.169.400
3	Inpari 50 hari	1.260.900
4	Inpari 30 hari	516.500
5	Ciherang 80 hari	369.200
6	Ciherang 70 hari	289.800
7	Ciherang 50 hari	539.800
8	Ciherang 30 hari	383.400
	Jumlah Luasan	4.921.500

Data luasan kelas klasifikasi selanjutnya dikali dengan nilai produktivitas varietas padi sehingga dihasilkan nilai estimasi produksi varietas padi untuk setiap usia tumbuh. Nilai produksi varietas padi dapat dilihat pada tabel 4.4.

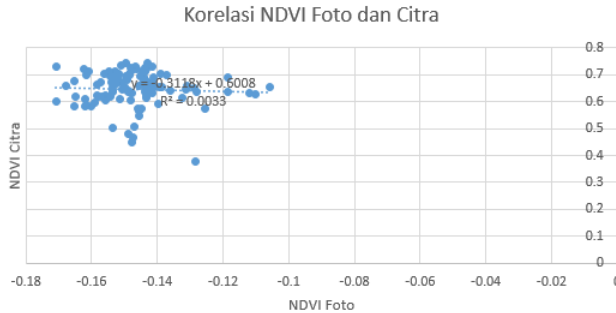
Tabel 4. 4 Produksi Varietas Padi

No	Kelas	Produksi (ton)
1	Inpari 80 hari	273,18
2	Inpari 70 hari	813,9024
3	Inpari 50 hari	883,224
4	Inpari 30 hari	359,484
5	Ciherang 80 hari	256,88936
6	Ciherang 70 hari	201,64284
7	Ciherang 50 hari	375,59284
8	Ciherang 30 hari	196,49392

Dari perhitungan nilai estimasi produksi didapatkan nilai estimasi terbesar pada varietas padi Inpari 32 yang berusia 50 hari dengan nilai estimasi 883,224 ton. Namun nilai estimasi produksi varietas padi yang dihasilkan memiliki tingkat kepercayaan yang rendah. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai akurasi klasifikasi varietas padi yang merupakan dasar perhitungan luas tanam varietas padi.

4.9 Hubungan Nilai NDVI Citra dan NDVI Foto

Dalam pelaksanaan survei lapangan selain mendata varietas padi peneliti juga melakukan pengambilan foto jarak dekat menggunakan kamera modifikasi yang telah memiliki kanal NIR. Hasil pemotretan foto jarak dekat akan dihitung nilai korelasinya untuk mengetahui kekuatan hubungan nilai NDVI hasil foto dan nilai NDVI citra satelit. Pemotretan foto jarak dekat dilakukan pada 101 titik yang tersebar di wilayah sampel. Hubungan antara nilai NDVI citra dan foto dapat dilihat pada gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Hubungan NDVI Foto dan NDVI Citra

Dari gambar 4.17 dapat diketahui bahwa hubungan nilai NDVI citra dan foto memiliki nilai $R^2=0,0033$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua nilai tersebut memiliki hubungan yang lemah. Lemahnya nilai hubungan disebabkan oleh nilai NDVI foto yang dihitung dengan menggunakan kanal yang masih memiliki nilai piksel berupa *digital number* bukan reflektan, karena tidak diketahui parameter yang dibutuhkan untuk melakukan koreksi radiometrik. Selain itu perbedaan waktu dalam pengambilan foto juga berpengaruh terhadap nilai reflektan yang didapatkan, berbeda dengan citra satelit yang mampu merekam wilayah yang luas secara serempak. Perbedaan waktu pengambilan foto dan waktu akuisisi citra juga berpengaruh dalam hubungan kedua nilai NDVI, karena adanya perbedaan usia padi saat sensor citra melakukan perekaman dengan usia padi saat pengambilan foto jarak dekat dilakukan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Varietas padi yang banyak ditanam di wilayah sampel adalah varietas Inpari 32 dan Ciherang. Nilai NDVI dari kedua varietas tersebut sangat dipengaruhi oleh usia tanaman, sehingga membentuk grafik parabolik. Nilai NDVI yang dihasilkan oleh kedua varietas memiliki perbedaan yang relatif kecil, sehingga grafik nilai NDVI yang dihasilkan hampir berhimpitan di usia 30 hari sampai usia 70 hari dan saling berhimpit pada usia 70 hari sampai usia 80 hari.
- b. Pemetaan varietas padi hanya dilakukan di wilayah pengambilan sampel. Pemetaan dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing yang menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 55,84 % dan nilai Kappa sebesar 0,474695679. Nilai kappa yang didapatkan menunjukkan kekuatan klasifikasi yang dihasilkan bernilai cukup
- c. Nilai estimasi produktivitas varietas padi tidak dapat dihitung karena tidak tersedianya data tersebut, sehingga estimasi yang dihitung merupakan produktivitas padi secara umum yang menghasilkan angka ramalan produktivitas padi sebesar 61,6890 Kw/Ha. Nilai estimasi produksi padi dihitung dari data produktivitas varietas padi hasil survei lapangan dan data luas tanam. Nilai estimasi produksi terbesar dimiliki varietas Inpari 32 yang berusia 50 hari dengan nilai produksi 883,224 ton. Nilai tersebut kurang akurat mengingat nilai akurasi klasifikasi varietas padi yang hanya 55,84%.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menggunakan citra satelit resolusi tinggi agar nilai reflektan yang dihasilkan lebih teliti sehingga hasil klasifikasi dapat menjadi lebih baik. Penggunaan data hiperspektral juga dapat dipertimbangkan dalam penelitian ini.
- b. Dalam melakukan pengambilan data lapangan memperhatikan waktu akuisisi citra, sehingga usia padi ketika survei dilakukan tidak berbeda jauh dengan usia padi ketika akuisisi data citra.
- c. Memilih wilayah studi yang menanam padi pada kondisi fase tumbuh yang relatif sama, sehingga pengaruh fase tumbuh terhadap nilai NDVI dapat diminimalisir.
- d. Dalam melakukan pengambilan data varietas padi jangan menggunakan parameter usia padi melainkan parameter fase tumbuh. Karena berdasarkan informasi dari petani setempat terdapat beberapa penyakit yang menghambat pertumbuhan tanaman padi.
- e. Dalam melakukan peramalan dengan metode ARIMA gunakan rentang waktu data yang lebih panjang, sehingga persamaan yang dihasilkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashidqi, Ibu Shofi. 2017. Analisis Estimasi Produksi Lahan Pertanian Padi di Kabupaten Brebes. Laporan Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astanti, Vera. 2017. Petani Genjot Produksi Padi, Bojonegoro Surplus 700 Ribu Ton, (<https://beritabojonegoro.com/read/10259-petani-genjot-produksi-padi-bojonegoro-surplus-750-ribu-ton.html>). Dikunjungi pada tanggal 8 Desember 2017, jam 09.00 WIB
- Baroya, Hadits. 2015. Indeks Vegetasi – Normalized Difference Vegetation Index, (<https://motodoro.com/2015/12/10/indeks-vegetasi-normalized-difference-vegetation-index/>). Dikunjungi pada tanggal 3 Desember 2017, jam 09.00 WIB
- Bojonegorokab. Kondisi Geografis Kabupaten Bojonegoro, (<http://www.bojonegorokab.go.id/geografi>). Dikunjungi pada tanggal 11 Januari 2018, jam 09.00 WIB
- Butler, Kevin. 2013. Band Combinations for Landsat 8, (<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/>). Dikunjungi pada tanggal 18 Nopember 2018, jam 09.00 WIB
- Chen, D., dan W. Brutsaert. 1998. “Satellite-sensed Distribution and Spatial Patterns of Vegetation Parameters Over a Tallgrass Prairie, J”. *Atmos. Sci.*, 55(7), 1225-1238.
- Ekadinata, A. 2008. Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Bentang. Lahan Berbasis Sumber Daya Alam - Buku 1 Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source. Bogor: World.
- ESA. Level-2, (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/processing-levels/level-2>). Dikunjungi pada tanggal 15 Januari 2019, jam 09.00 WIB

- ESA. Sentinel-2, (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>). Dikunjungi pada tanggal 3 Nopember 2018, jam 09.00 WIB
- ESA. Processing Levels, (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/processing-levels>). Dikunjungi pada tanggal 15 Januari 2019, jam 09.00 WIB
- Hanum, C. 2008. Teknik Budidaya Tanaman Jilid 2 . Jakarta : Depdiknas.
- Hanke, E. 2003. Peramalan Bisnis. Jakarta: PT. Prenhallindo
- Hansen, M. C., dan Loveland, T. R. 2012. “A Review of Large Area Monitoring of Land Cover Change Using Landsat Data”. Remote sensing of Environment, 122, 66-74.
- Hasan, Iqbal. 1999. Pokok-Pokok Materi STATISTIKA 2 (Statistik Inferensif). Jakarta: Bumi Aksara
- Hosmer, D.W. dan S. Lemeshow. 2000. Applied Logistic Regression. 2nd edition, USA : John Willey & Sons Inc
- Indonesia Investment. 2017. Beras, (<https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/beras/item183?>). Dikunjungi pada tanggal 8 Desember 2017, jam 09.00 WIB
- Jaya INS. 2010. Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Landgrebe, D. 2003. Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing. New Jersey: John Willey & Sons Inc.
- Lillesand, T. M dkk. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation, 5th edition. USA : John Wiley & Sons Inc.
- Montgomery dan Peck. 1992. Introduction To Linear Regression Analysis, 2nd edition. USA : John Willey & Sons Inc
- Nasrulhaq, Afka. 2018. Ini Cara Kementan Jaga Stabilitas Produksi Padi Saat Kemarau, (<https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-4187903/ini-cara-kementan-jaga-stabilitas-produksi-padi-saat-kemarau>). Dikunjungi pada tanggal 8 Desember 2018, jam 09.00 WIB

- Purwadhi, F. dan Hardiyati, S. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia
- Rudiana, Eka. 2017. “Pengembangan Penggunaan Penginderaan Jauh Untuk Estimasi Produksi Padi Wilayah (Studi Kasus Kabupaten Bekasi)”. Laporan Tugas Akhir. Institut Pertanian Bogor
- Sari, Vivi Diannita dan Sukojo, Bangun Muljo. 2015. “Analisa Estimasi Produksi Padi Berdasarkan Fase Tumbuh dan Model Peramalan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 (Studi Kasus: Kabupaten Bojonegoro)”. GEOID Vol. 10, No. 02, Februari 2015 (194-203)
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sukojo, M. B. 2012. Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan). Surabaya : Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suwargana, N. 2013. “Resolusi Spasial, Temporal, dan Spektral pada Citra Satelit Landsat, Spot, dan Ikonos”. Jurnal WIDYA 1(2): 167-174
- Wahab, Moch. Ismail dkk. 2017. Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Wahyuni, Nurlita Indah dkk. 2017. “Identifikasi Perubahan Kerapatan Vegetasi Kota Manado Tahun 2001 Sampai 2015”. Majalah Ilmiah GLOBE Volume 19 No. 1: 65-74
- Wahyunto dkk. 2006. “Pendugaan Produktivitas Tanaman Padi Sawah Melalui Analisis Citra Satelit”. Informatika Pertanian Volume 15 : 853-869
- Xian, G., Homer, C., dan Fry, J. 2009. “Updating the 2001 National Land Cover Database land cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detection methods”. Remote Sensing of Environment, 113, 1133-1147.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Metadata Citra Sentinel 2A Akuisisi Tanggal 1 Oktober 2018

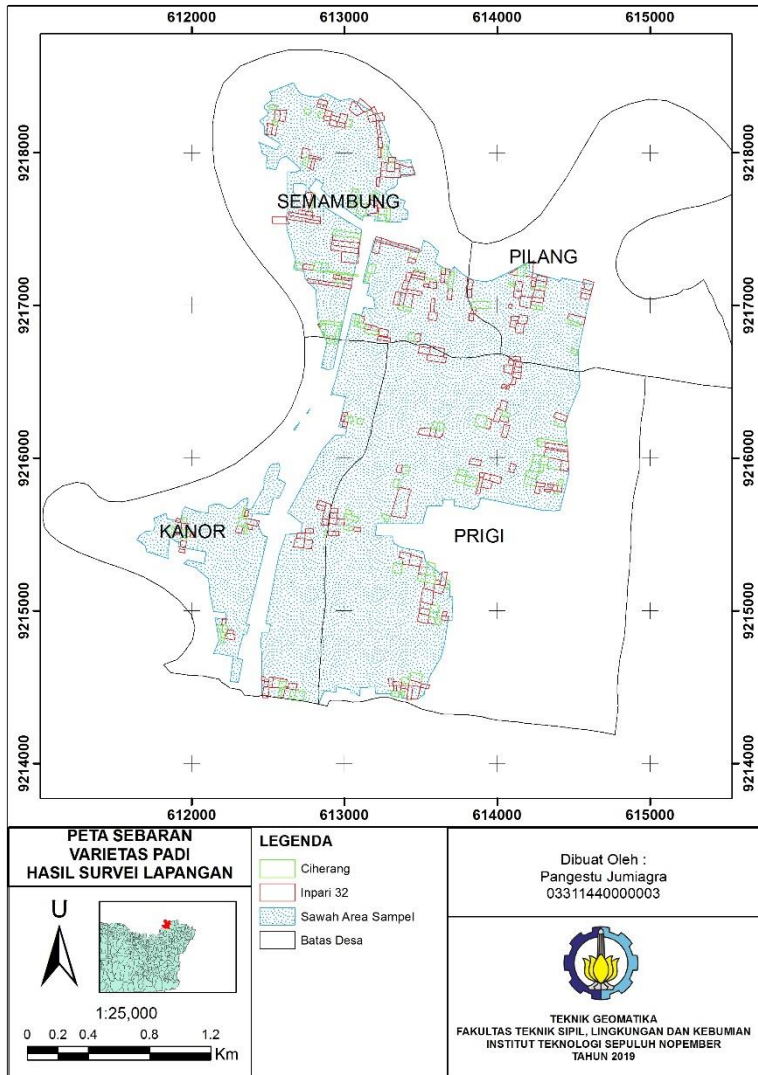
Name	Value	Type
[-] General_Info		
[-] Product_Info		
[-] Datatake		
datatakeIdentifier	GS2A_20181001T023551_017103_N02.06	ascii
SPACECRAFT_NAME	Sentinel-2A	ascii
DATATAKE_TYPE	INS-NOBS	ascii
DATATAKE_SENSING_START	2018-10-01T02:35:51.024Z	ascii
SENSING_ORBIT_NUMBER	89	ascii
SENSING_ORBIT_DIRECTION	DESCENDING	ascii
[-] Query_Options		
completeSingleTile	true	ascii
PRODUCT_FORMAT	SAFE_COMPACT	ascii
[-] Product_Organisation		
[-] Granule_List		
[-] Granule		
datastripIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20181001T06	ascii
granuleIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20181001T06	ascii
imageFormat	JPEG2000	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii

Name	Value	Type
[-] Granule_List		
[-] Granule		
datastripIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_DS_SGS__20181001T06	ascii
granuleIdentifier	S2A_OPER_MSI_L1C_TL_SGS__20181001T06	ascii
imageFormat	JPEG2000	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
IMAGE_FILE	GRANULE/L1C_T49MFN_A017103_20181001T	ascii
PRODUCT_START_TIME	2018-10-01T02:35:51.024Z	ascii
PRODUCT_STOP_TIME	2018-10-01T02:35:51.024Z	ascii
PRODUCT_URI	S2A_MSIL1C_20181001T023551_N0206_R08	ascii
PROCESSING_LEVEL	Level-1C	ascii
PRODUCT_TYPE	S2MSI1C	ascii
PROCESSING_BASELINE	02.06	ascii
GENERATION_TIME	2018-10-01T06:07:38.000000Z	ascii

Name	Value	Type
PRODUCT_TYPE	S2MSI1C	ascii
PROCESSING_BASELINE	02.06	ascii
GENERATION_TIME	2018-10-01T06:07:38.000000Z	ascii
PREVIEW_IMAGE_URL	Not applicable	ascii
PREVIEW_GEO_INFO	Not applicable	ascii
Product_Image_Characteristics		
Geometric_Info		
Product_Footprint		
Product_Footprint		
Global_Footprint		
EXT_POS_LIST	-6.809917786732831 112.89845923603087 -6	ascii
RASTER_CS_TYPE	POINT	ascii
PIXEL_ORIGIN	1	ascii
Coordinate_Reference_System		
GEO_TABLES	EPSG	ascii
HORIZONTAL_CS_TYPE	GEOGRAPHIC	ascii
Auxiliary_Data_Info		
GIPP_List		
GRI_List		
PRODUCTION_DEM_TYPE	S2__OPER_DEM_GLOBEF_PDMC_19800101T0	ascii
IERS_BULLETIN_FILENAME	S2__OPER_AUX_UT1UTC_PDMC_20180927T0	ascii
ECMWF_DATA_REF	S2__OPER_AUX_ECMWFD_PDMC_20180930T	ascii
Quality_Indicators_Info		
Technical_Quality_Assessment		
Quality_Control_Checks		
Cloud_Coverage_Assessment	6.5855	ascii

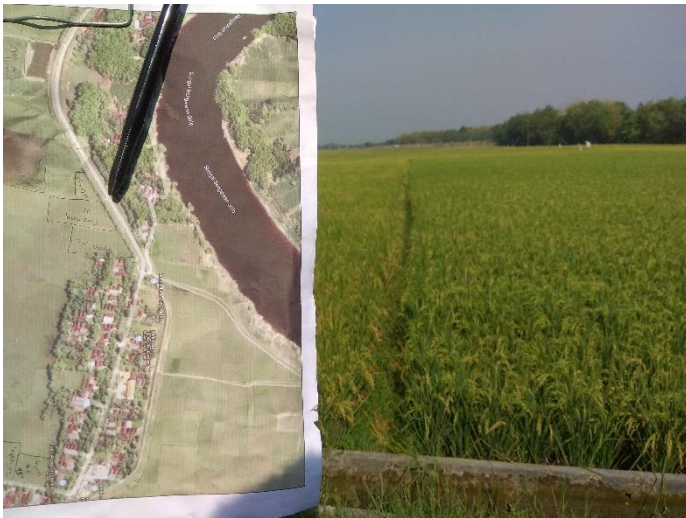
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 2 Peta Sebaran Varietas Padi Hasil Survei Lapangan



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 3 Dokumentasi Survei Lapangan







“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Pangestu Jumiagra, anak kedua dari tiga bersaudara. Lahir di Boyolali pada tanggal 24 September 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Tawanganom 2 Magetan, SMPN 1 Magetan, dan SMAN 1 Magetan. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan S-1 di Departemen Teknik Geomatika-FTSLK ITS Surabaya melalui program SNMPTN pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 03311440000003. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di HIMAGE-ITS sebagai anggota Divisi *Geomatic Islamic Study* (GIS). Penulis telah melakukan Kerja Praktik di PT. Adhi Karya Proyek Pembangunan Tol Solo-Ngawi-Kertosono Ruas Ngawi-Kertosono Paket 3. Penulis menyelesaikan program sarjana di ITS dengan Tugas Akhir berjudul “Analisa Estimasi Produksi Varietas Padi Dengan Metode Peramalan Arima Dan Hubungannya Dengan Nilai Indeks Vegetasi (Studi Kasus : Kabupaten Bojonegoro)”.